بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة سنار

كلية التربية

قسم الفيزياء والرياضيات

الفصل الدراسي السادس أساس

محاضرات في /

الفيزياء 3

اعداد أ /الصديق محمد سليمان

2015م

بسم الله الرحمن الرحيم

الفيزياء (3)

التــثاقل الكــوني

هو أحد مجالات علم الفلك التي أسست فيه نظريات كثيرة جدا منذ بداية المعرفة الإنسانية ولكن من أميز ما كتب في هذا المجال في صدر الأول من الإسلام ومن أثلة العلماء الشريف الإدريسي وأبو العلا والنبهاني والبيروني وابن الهيثم وعبد الرحمن ألخازني وأخوان الصفاء وغيرهم ثم أتى من بعدهم العلماء الأوربيون وصاغوا القوانين الرياضية لتلك الأفكار والابتكارات في هذا المجال ومن أبرزهم تيخو براهاي ثم تلميذه كبلر الذي أشتهر بصياغة قوانينه الثلاث (المدارات والمساحات والزمن الدوري) ومن بعده جاليليو ((والذي أثبت كروية الأرض)) وله قانون آخر ((أن الأجسام ذات الكتل المختلفة الساقطة نحو مركز الأرض تصل في نفس الزمن إلى الأرض)) ومن بعدهم العالم المشهور بقانون التثاقل الكوني (التجاذب):

قوة التثاقل بين أي جسمين تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما وتتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين مركزيهما

$$F \propto M_1 M_2$$

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

$$F \propto \frac{M_1 M_2}{r^2} \qquad \Rightarrow \qquad F = \frac{G M_1 M_2}{r^2}$$

حيث G يمثل ثابت التثاقل الكوني $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$

و $M_1 M_2$ تمثلان كتلتي كل من الجسمين و r المسافة بين مركزي الجسمين

مثال (1):

جسمان كتلتاهما $1000\ T$ و $5000T$ المسافة بين مركزيهما $20cm$ جد قوة التجاذب بينهما خذ قيمة ثابت التثاقل الكوني أعلاه

$$F = \frac{GM_1M_2}{r^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 10^7 \times 5 \times 10^6}{(20)^2} = 8.34N$$

مثال (2)

جسمان متساويان في الكتلة والمسافة بينهما 60cm فإذا كانت قوة التجاذب بينهما 6.67×10^3N خذ قيمة ثابت التثاقل الكوني أعلاه ثم جد مقدار كل من كتلتيهما

$$F = \frac{GM_1M_2}{r^2} \rightarrow M_1M_2 = \frac{Fr^2}{G} \rightarrow M^2 = \frac{6.67 \times 10^3 \times (6 \times 10^{-1})^2}{6.67 \times 10^{-11}}$$

$$M^2 = (6)^2 \times 10^{12} \rightarrow M = 6 \times 10^6 kg = 6000T$$

مثال (3)

جسمان كتلتاهما 6000T و 8000T فإذا كانت قوة التجاذب بينهما 6.67×10^3N خذ قيمة ثابت التثاقل الكوني أعلاه ثم جد مقدار المسافة بينهما

تمرين :

جد قوة الجذب بين الأرض والشمس إذا كانت كتلتاهما $6 \times 10^{24}kg$ و $10^{30}kg$ والمسافة بينهما 150 مليون كيلومتر خذ ثابت التثاقل الكوني أعلاه

عجلة السقوط الحر:

هي العجلة التي يتسارع بها الجسم الساقط سقوطا حراً نحو مركز الأرض

وبما أن قوة التثاقل الكوني لجسم مع الأرض هي نفسها قوة جذب الأرض له (من قانون نيوتن الثاني) إذا

$$F = \frac{GM_1M}{r^2} \qquad \& \qquad W = M_1 g$$

$$\frac{GM_1M}{r^2} = M_1 g \implies g = \frac{GM}{r^2} \rightarrow (*)$$

حيث $M = 6 \times 10^{24}$ تمثل كتلة الأرض و G ثابت التثاقل الكوني

وبأخذ أقل مسافة من مركز الأرض عند السطح هي نصف قطر الكرة الأرضية $r = 6400km$ وبالتعويض في المعادلة (*) نجد $g = 9.8m/s^2$

ومن العلاقة السابقة نستنتج أن عجلة الجاذبية:

(1) تعتمد على كتلة الأرض والمسلفة بين الجسم ومركز الأرض

(2) أكبر قيمة لها عند سطح الأرض وهي $g = 9.8m/s^2$

(3) $g = 0$ عند مركز الأرض وأيضا الوزن يساوي صفر

(4) $g = 0$ عند بعد لانهائي $r \to \infty$ وأيضا الوزن يساوي صفرا

المجال ألتثاقلي للأرض:

هو المنطقة المحيطة بالأرض والتي تظهر فيه أثار الجاذبية للأجسام الداخلة فيها

المجال المغناطيسي للأرض:

وهو يشبه شكل المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي ويميل محور الأرض المغناطيسي على محورها ألدوراني بحوالي 15 درجة وأصل هذا المجال المغناطيسي يعود لوجود تيارات لمصهور الحديد المتأين في اللب الخارجي كما وجد أن المغناطيس الأرضي قطبه الشمالي في الجنوب الجغرافي وقطبه الجنوبي في الشمال الجغرافي

شدة المجال ألتثاقلي:

هي قوة التثاقل بين كتلة الأرض وبين جسم كتلته وحدة الكتل (1كجم) في نفس ألنقطه

وفي قانون التثاقل الكوني نعوض $M_1 = 1$

$$F = \frac{GM_1M}{r^2} = \frac{GM}{r^2}$$

ولكن في هذه الحالة القوة تكون نفسها شدة المجال ألتثاقلي أي أن

$$\frac{GM}{r^2} = I = F/M_1$$

ولو تتبعنا المعادلة الأخيرة نجدها هي نفسها معادلة عجلة الجاذبية الأرضية لذلك شدة المجال تأخذ نفس قيم عجلة الجاذبية فكل المناطق وتكون وحدتها N/kg أو m

$$g = \frac{GM}{r^2} = I$$

وعموما نجد أن شدة المجال ألتثاقلي (عجلة الجاذبية) تختلف من كوكب لأخر وذلك لاختلاف كتل الكواكب والأقمار والتوابع

مثال

أحسب شدة المجال ألتثاقلي لقمر اصطناعي كتلته 1kg إذا كان على ارتفاع 2000m فوق سطح الأرض

$$I = \frac{GM}{r^2} = \frac{GM}{(R+l)^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(6.4 \times 10^6 + 2 \times 10^6)^2}$$

$$I = \frac{6.67 \times 6 \times 10^{13}}{(8.4)^2 \times 10^6} =$$

المغنطيسية

المغنطيس:

هو قضيب من المعادن الحديدية له المقدرة على جذب المواد الحديدية ((كالحديد والنيكل وغيرها))

وينقسم المغناطيس إلى نوعين (دائم وغير دائم)

خواص المغناطيس:

(1) تتركز القوة المغناطيسية عند قطبيه (الشمالي والجنوبي)

(2) القطبان المتشابهان يتنافران والمختلفان يتجاذبان

(3) لا يمكن تجزيئه المغنطيس إلى قطب شمالي وقطب جنوبي

المجال المغناطيسي:

هو المنطقة حول المغناطيس والتي تظهر فيها أثاره المغناطيسية على مادة حديدية موجودة فيها

خواص خطوط المجال المغناطيسي (خطوط القوة):

(1) تخرج من القطب الشمالي إلى الجنوبي

(2) تتركز بكثافة أكبر بالقرب من قطبي المغناطيس

(3) منحنية ومغلقة (4) خطوط وهمية ولا تتقاطع

الفيض المغناطيسي (Φ)

هو عدد خطوط القوة المغناطيسية المارة خلال مساحة ما

ويقاس الفيض بوحدة تسمى الوبر 1weber=10 line=10 Maxwell

كثافة الفيض المغناطيسي (B):

هي الفيض المغناطيسي الذي يمر عموديا على سطح مساحته وحدة المساحة

B

وكثافة الفيض تقاس بوحدة تسمى تسلا و هي تعدل1وبر / متر مربع $(Weber/m^2)$

الشدة المغناطيسية : هي المقدار الذي يقيس المغناطيسية في القطب المعين

القوة المغناطيسية :

القوة المغناطيسية بين قطبين تتناسب طرديا مع حاصل ضرب شدتيهما وعكسيا مع مربع المسافة بين القطبين

$$F \propto I_1 I_2 \qquad \& \qquad F \propto \frac{1}{r^2}$$

$$F \propto \frac{I_1 I_2}{r^2} \qquad \Longrightarrow \qquad F = \frac{C_m I_1 I_2}{r^2}$$

حيث C_m يمثل الثابت المغناطيسي وله علاقة بالنفاذية المغناطيسية $C_m = \mu/4\pi$

و $I_1 I_2$ تمثلان شدتي كل من القطبين و r المسافة بين القطبين

النفاذية المغناطيسية:

هي مدى سماحية الوسط الفاصل بين القطبين لمرور خطوط القوة المغناطيسية من خلاله

وبالنسبة للفراغ $\mu = 4\pi \times 10^{-7} N/(Amp)^2$

وتكتب القوة المغناطيسية بالطريقة $F = \frac{C_m I_1 I_2}{r^2} = \frac{\mu I_1 I_2}{4\pi r^2}$

وبالنسبة للأرض فإن مجالها المغناطيسي تكون له خطوط تخرج من الجنوب الجغرافي (الشمال المغناطيسي) إلى الشمال الجغرافي (الجنوب الجغرافي)

الكهربية الساكنة

توجد الأجسام في الطبيعة على نوعين من حيث الشحنة فمنها ما هو موجب الشحنة ومنها ما هو سالب الشحنة وذلك لان أصغر وحدة في بناء المواد هي الذرة التي يوجد بها نوعين من حاملات الشحنة البروتون ذو الشحنة الموجب(1.6×10^{-19}) والإلكترون ذو الشحنة السالبة ($-1.6 \times 10^{-19} C$) كما توجد بها النيترونات متعادلة الشحنة كما انه في تفاعلات المواد وترابطها مع بعضها يصبح بعضها ايونات موجبة والأخر ايونات سالبة وفي دراسة أنواع التفاعلات وتعاملات المواد ذات الشحن المختلفة والمتشابهة وجد أن ((المواد ذات الشحنات المختلفة تتجاذب وذات الشحنات المتشابهة تتنافر))وبطبيعة انتقال الشحنات تصنف الكهربية إلى نوعين كهربية ساكنة وكهربية تياريه ومن أفضل الدراسات في مجال الكهربية الساكنة في القرون السابقة اكتشافات العلماء كولم واوم وفاراداى واورستد وغيرهم.

ووجدوا أن الأجسام تكتسب الكهربية الساكنة بثلاث طرق:

(1) **الشحن بالدلك:** حيث يكتسب الجسم المدلوك شحنة مخالفة للجسم ألدالك لأن أحدهما يفقد الكترونات والآخر يكتسب الكترونات (دلك الصوف بالبلاستيك)

(2) **الشحن باللمس :** حيث يكتسب الجسم الملموس والجسم ألّلامس نفس الشحنة

(3) **الشحن بالتأثير:** حيث يكتسب الجسم المؤثر عليه شحنة مخالفة للشحنة الأصلية بعد توصيله بالأرض حيث تتسرب الشحنة الأصلية للأرض

الكشاف الكهربي Electroscope:

هو عبارة عن جهاز بسيط يستخدم للكشف عن الشحنات الكهربية الساكنة

ويتكون من قضيب موصل به شريحتين رقيقتين من الذهب والشريحتين والقضيب موضوعتين داخل غلاف معدني يوجد على جوانبه زجاج شفاف وهذا الغلاف يتصل بالأرض لتفريغ الشحنات المتشابهه

قانون كولوم:

((القوة الكهروستاتيكية بين شحنتين نقطيتين في وسط ما تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كل من مقدار الشحنتين وعكسيا مع مربع المسافة بين الشحنتين.))

ورياضيا نكتب $F \;\alpha\; Q_1\; Q_2 \qquad \& \qquad F \;\alpha\; \frac{1}{r^2}$

$$F \;\alpha\; \frac{Q_1\; Q_2}{r^2}$$

$$F = K\frac{Q_1\; Q_2}{r^2}$$

حيث Kتمثل ثابت كولوم وهو يختلف من وسط لأخر وقيمته في الفراغ

$K = 9 \times 10^9$ وحدته $N.m^2/c^2$ ووجد معمليا انه يساوي $K = 1/4\pi\epsilon_o$

والشحنة تقاس بالكولوم أو الملي كولوم أو الميكروكولوم

$$1C = 10^3 mC = 10^6\; \mu C$$

ونلاحظ أن قانون القوة الكهروستاتيكية يشبه قانون قوة التثاقل والقوة المغناطيسية مع اختلاف في الشحنتين والكتلتين وشدة قطب المغناطيسيات

السماحية الكهربية(ϵ): Permittivity

((هي مدى سماحية الوسط لمرور خطوط المجال الكهربي من خلاله))

$\epsilon_o =$

F

تنبيه: بما أن القوة الكهربية كمية متجهه فإنها تحدد تحديدا تاما بمقدارها واتجاهها فالمقدار يحدد بالعلاقة السابقة أما الاتجاه فيكون دائما على الخط الواصل بين الشحنات على حسب قوى التنافر أو التجاذب كما في الشكل

مثال (1) :

أحسب القوة الكهروستاتيكية بين الشحنتين $9\ \mu c\ =\ Q_1\ \&\ 6\ \mu c\ =\ Q_2$ إذا كانتا موضوعتان في الفراغ والمسافة بينهما 60cm ثم بين نوعها.

$$F = K\,\frac{Q_1\ Q_2}{r^2}$$

$$Q_1 = 9\ \mu c = 9 \times 10^{-6}\,C \ \&\ Q_2 = 6 \times 10^{-6}\,C$$

$$r = 60cm = 6 \times 10^{-1}\,m \ \&\ K = 9 \times 10^{9}\,N.m^2 / c^2$$

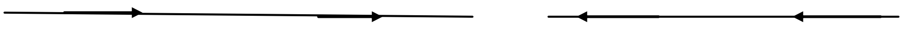
$$F = \frac{9 \times 10^{9} \times (9 \times 10^{-6}) \times 6 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-1})^2}$$

$F = 13.5 \times 10^{-1} = 1.35\,N$ بما أنها موجبة إذا هي قوة تنافر

مثال(2) :

الشكل أدناه ثلاث شحنات أحسب مقدار واتجاه القوة المؤثرة على الشحنة Q_2 إذا كانت الأبعاد $20\ \&\ 20cm$ بالترتيب

$Q_1 = 2\ \mu c$ $Q_2 = -4\mu c$ $Q_3 = 3\mu c$



أولا تأثير الشحنة Q_1 على الشحنة Q_2 هي F_{12}

$$F_{12} = \frac{KQ_1Q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^{9} \times (2 \times 10^{-6}) \times (-4 \times 10^{-6})}{(2 \times 10^{-1})^2}$$

$$F_{12} = -18 \times 10^{-1} = -\,1.8\,N$$

ثانيا تأثير الشحنة Q_3 علي Q_2 وهي F_{23}

$$F_{23} = \frac{KQ_3Q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^{9} \times (-4 \times 10^{-6}) \times 3 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-1})^2}$$

$$F_{23} = 27 \times 10^{-1} = -\,2.70\,N$$

نلاحظ أن خط عمل هذه القوى واحد لكنها في اتجاهين متعاكسين لان القوة بينهما تجاذب

$$F = F_{23} + F_{12} = -2.7 - 1.8 = -4.5\ N$$

H. W

ثلاث شحنات مقدارها $-10\mu c$ ، $10\mu c$ ، $-5\mu c$ موضوعة في خط مستقيم على الترتيب أحسب مقدار واتجاه القوة المؤثرة على الشحنة الثانية الواقعة في منتصف المسافة بين الشحنتين إذا كانت المسافة بين الشحنتين الأولى والثالثة $200cm$.

المجال الكهربي

هو المنطقة حول الشحنة والتي تؤثر بها على الشحنات الموجودة فيها

خواص خطوط المجال الكهربي:

(1) تخرج من الشحنة الموجبة إلى السالبة

(2) خطوط وهمية ولا تتقاطع

(3) يمكن أن تكون مفتوحة ويمكن أن تكون مغلقة

شدة المجال الكهربي E :

((هو القوة الكهربية التي تؤثر بها شحنة على وحدة الشحنات الموجبة (1كولوم) الموجودة في تلك المنطقة.))

فإذا رمزنا لوحدة الشحنات بـ Q_o يكون قانون المجال

وبتطبيق قانون كولوم فإن القوة بين الشحنتين

$$F = K\frac{Q_o Q}{r^2} \Rightarrow E = \frac{F}{Q_o} = K\frac{Q}{r^2}$$

(N/C)ووحدة شدة المجال الكهربي هي النيوتن / كولوم

وإذا كانت موضوعة في الفراغ $$E = \frac{Q}{4\Pi\epsilon_\circ r^2}$$

وبما أن القوة الكهربية كمية متجهه فإن المجال الكهربي أيضا كمية متجهه واتجاه المجال يحدد علي حسب قوة التنافر أو التجاذب بين الشحنات

(1) في حالة التجاذب $E = E_{12} + E_{23}$

(2) في حالة التنافر $E = E_{12} - E_{23}$

مثال (1) :

شحنة نقطية مقدارها $Q = 20\,\mu\,C$ موضوعة في الفراغ جد الاتي:

(أ)شدة المجال عند نقطة تبعد عنها $3\ cm$

(ب)القوة المؤثرة على شحنة مقدارها $40\ \mu\ C$ وضعت عند تلك النقطة

$$E = KQ/r^2$$

$$= \frac{9 \times 10^{\,9} \times (20 \times 10^{-6})}{(0.03)^2} = 2 \times 10^8 = 2 \times 10^5\,KN/C$$

(ب) $F = EQ_1 = 2 \times\ 10^{\,8}(40\ \times 10^{-6}) =\ 8\ \times\ 10^{\,3}N$

مثال (2)

شحنتان مقدارهما $8NC, 6NC$ موضوعتان في الفراغ والمسافة $8cm$ جد

(أ) شدة المجال الكهربي عند منتصف المسافة بينهما

(ب) كم تكون القوة الكهربية المؤثرة على شحنة مقدارها $3Nano\ C$ عند منتصف المسافة بينهما

$$E_1 = K\frac{Q_1}{r^2} = \frac{9 \times 10^{\,9} \times (8 \times 10^{-9})}{(0.04)^2} = 4.5 \times 10^4$$

$$E_2 = K\frac{Q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^{\,9} \times (6 \times 10^{-9})}{(0.04)^2} = 3.4 \times 10^4$$

$E = E_1 - E_2$ المجال عند منتصف المسافة

$$E = 4.5 \times 10^4 - 3.4 \times 10^4 = 1.1 \times 10^4\,N/C$$

$$F = EQ = (1.1 \times 10^4)(3 \times 10^{-9}) = 3.3 \times 10^{-5}\,N$$

الفيض الكهربي ($\emptyset$):

هو عدد خطوط القوة الكهربية المارة خلال مساحة ما

كثافة الفيض الكهربي :(D)

هي عدد خطوط القوة الكهربية التي تمر عموديا عبر سطح مساحته وحدة المساحة

$$D = {}^{\emptyset}/_{A}$$

ووحدة الكثافة هي خط / متر(line/m)

وأيضا من قوانين جاوس يمكن أن نكتب كثافة الفيض الكهربي في الصورة

$$D = \frac{Q}{4\pi\, r^2}$$

فإذا كان الوسط فراغ فإن العلاقة بين كثافة الفيض وشدة المجال تكون في الصورة

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ\, r^2} \qquad \& \qquad D = \frac{Q}{4\pi\, r^2} \qquad \Longrightarrow \qquad D = \epsilon_\circ E$$

مثال

جد كثافة الفيض عند منطقة تمر بها خطوط قوة $88500\ line$ في مساحة مقدارها $10m^2$ ثم جد شدة المجال الكهربي خذ $\epsilon_o = 8.85 \times 10^{-12}$

$$E = \frac{D}{\epsilon_o} = \frac{8850}{8.85 \times 10^{-12}} =$$

الجهد الكهربي

كل جسم مشحون موجود في مجال كهربي له طاقة كهربية تنتج عن الشغل المبذول واللازم لتحريك الجسم وهذا الشغل يتحول إلي طاقة حركة إذا ترك الجسم المشحون حرا((كفصل شحنتين متجاذبتين أو تقريب شحنتين متنافرتين في عكس اتجاه المجالات الكهربية))

فإذا وضعنا شحنة $Q_\circ$ في مجال كهربي تكون القوة المؤثرة عليها $F = Q_\circ E$

فرق الجهد بين نقطتين: عبارة عن الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الموجبة بين النقطتين في عكس اتجاه المجال

((أو هو النسبة بين طاقة الوضع الكهربي وشحنة الاختبار الموجبة))

$$V_{AB} = {}^{P}/_{Q_\circ}$$

ووحدة قياس الجهد الكهربي هي الفولت Volt أو الجول /كولوم

الجهد الكهربي لشحنة نقطية:

$$V_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \times \frac{Q}{r}$$

أي نقطة يمكن كتابة المعادلة في الصورةBبما أن

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r} \quad \rightarrow (9)$$

أما إذا كانت لدينا عدة شحن تكون المعادلة في الصورة

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \sum_n \frac{Q}{r_n} \qquad \rightarrow (10)$$

ومن المعادلة السابقة (9) لشحنة في الفراغ نستنتج $V = Er$

مثال(1):

في $3\ cm$ على نقطة تبعد عنها $6\mu C$ جد الجهد الكهربي المبذول من شحنة مقدارها الفراغ

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_\circ} \times \frac{Q}{r} = \frac{KQ}{r} = \frac{9 \times 10^{9} \times 6 \times 10^{-6}}{0.03} = 18 \times 10^{5} Volt$$

مثال (2)

جد الجهد الكهربي المبذول من شحنة مقدارها 15mC عند نقطة تبعد عنه 5cm ثم جد الشد المجال الكهربي عند تلك النقطة

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r} = \frac{9 \times 10^{9} \times 15 \times 10^{-6}}{0.05} = 27 \times 10^{5} Volt$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r} = \frac{V}{r} = \frac{27 \times 10^{5}}{0.05} = 54 \times 10^{6} N/C$$

تمرين

(1)شحنة نواة القصدير $+50e$ أحسب الجهد عند نقطة تبعد عنها $10\ m$ وكذا طاقة الوضع لبروتون عند هذه النقطة علما بان شحنة البرتون $+e = 1.6 \times 10^{-19} c$

المكثفات

المكثف:

((عبارة عن لوحين معدنيين متوازيين مشحونين بشحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في الإشارة بينهما فراغ أو مادة عازلة))

يرمز للمكثف في الدوائر الكهربية بالرمز ┤├ ودائما تكون محصلة الشحنة الكلية على المكثف صفر ويتناسب كل من المجال الكهربي في المنطقة بين اللوحين وفرق الجهد بينهما مع مقدار إحدى الشحنتين

سعة المكثف:

((هي النسبة بين مقدار شحنة احد اللوحين وفرق الجهد بين طرفي اللوحين))

ومن قانون فرق الجهد إذا كان بين اللوحين فراغ

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_\circ r}$$

ونجد أن V تتناسب طرديا مع الشحنة ولذلك إذا كانت r المسافة بين اللوحين ثابتة فان المقدار$4\pi\epsilon_\circ r$ يكون ثابت ويسمى بسعة المكثف (وهي تتناسب طرديا مع نصف القطر أو المسافة بين اللوحين r) ومنها نجدان

$$V = \frac{Q}{constant} = \frac{Q}{c} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{Q}{V}$$

وتقاس سعة المكثف بـ 1F = 1 coulomb /1 volt

ميكروفاراد = 10^{-6} فاراد $\mu F = 10^{-6} F$

بيكوفاراد = 10^{-12} فاراد $\mu F = 10^{-12} F$

<u>بعض أنواع المكثفات:</u>

(1)المكثف ذو اللوحين المتوازيين :

يتكون من لوحين معدنيين متوازيين بينهما مسافة صغيرة d والمجال الكهربي بينهما منتظم ويتركز بين اللوحين

تعطى شدة المجال الكهربي بين اللوحين بالعلاقة

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_\circ} = \frac{Q}{\epsilon_\circ A}$$

حيث σ تمثل كثافة الشحنة السطحية وA مساحة احد اللوحين

وبما أن فرق الجهد بين اللوحين $V = Ed$

$$\rightarrow V = \frac{Qd}{\epsilon_\circ A} \quad \rightarrow \quad C = \frac{Q}{V} = \frac{Q \times \epsilon_\circ A}{Qd} = \frac{\epsilon_\circ A}{d}$$

ويعني ذلك إن سعة المكثف لا تعتمد على مقدار الشحنة

(2) المكثف الاسطواني

(3) المكثف الكروي

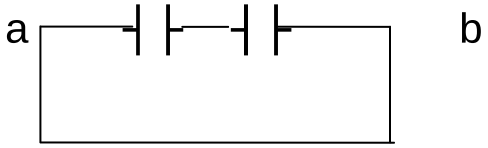
(4) المكثفات متغيرة السعة :

تتكون من مجموعتين من الألواح المعدنية المتوازية كل مجموعة متصلة كهربيا ببعضها .احد المجموعتين ثابت والأخر مركب على محور متحرك وبدورانه يمكن المجموعة الثانية أن تتحرك ألواحها خلال ألواح المجموعة الأولى (الثابتة)لتقليل أو زيادة المساحة A ويرمز للمكثفات المتغيرة بالرمز

توصيل المثكفات:

<u>أولا على التوالي</u> :

لكن فرق الجهد الكلي في دائرة التوالي يساوى مجموع فروق الجهد



$$V_{ab} = V_1 + V_2 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)$$

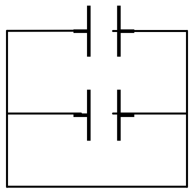
$$\frac{V}{Q} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right) \rightarrow \frac{1}{C} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)$$

ولعدة مكثفات متصلة على التوالي تكون السعة الكلية

$$\frac{1}{C} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots\right)$$

ثانيا التوصيل على التوازي:

في حالة التوصيل علي التوازي فرق الجهد يكون متساوي والشحنة الكلية مساوية لمجموع الشحنات



$$Q_1 = V_1\ C_1 \qquad \& \qquad Q_2 = V_2\ C_2$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = V_1\ C_1 + V_2\ C_2$$

$V = V_1 = V_2$ لكن

$$\rightarrow Q = V(C_1 + C_2) \rightarrow \frac{Q}{V} = C_1 + C_2$$

$$C = C_1 + C_2$$

وفي حالة عدد من الشحنات تكون السعه

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots$$

مثال(1):

مكثف لوحيه متوازيين والبعد بينهما $5 \times 10^{-3} m$ ومساحة اللوح $2\ m^2$ وفرق الجهد بينهما 10^{4}V احسب: (أ)سعة المكثف (ب) الشحنة على كل لوح (ج) شدة المجال بين اللوحين

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\epsilon_\circ A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 2}{5 \times 10^{-3}} = 3.54 \times 10^{-9} C^{2} N^{-1} m^{-1}$$

$$Q = C\,V = 3.54 \times 10^{-9} \times 10^{4} = 3.54 \times 10^{-5} C$$

إذا اللوح ذي الجهد الأعلى شحنة $3.54 \times 10^{-5} C$ واللوح ذي الجهد الادنى شحنته -3.54×10^{-5}

$$E = \frac{V_{ab}}{d} = \frac{10^{4}}{5 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{6}\ V\,m^{-1}$$

مثال (2):

ما هي مساحة كل من لوحي مكثف البعد بين لوحيه المتوازيين 2 cm وسعته 1F ومملوء هواء

$$C = \frac{\epsilon_\circ A}{d} \rightarrow A = \frac{Cd}{\epsilon_\circ}$$

$$A = \frac{1 \times 2 \times 10^{-2}}{8.85 \times 10^{-12}} = \frac{20 \times 10^{9}}{8.85} m^{2} = 2250 (Km)^{2}$$

مثال (3):

مكثفان سعتهما $4,2 \mu F$ موصلان على التوازي ووصل معهما مكثف آخر على التوالي سعته $3 \mu F$ كما في الشكل جد

(أ) الشحنة على كل مكثف (ب) الجهد عند النقطة b علما بأن الجهد عند a 1200فولت

$$C = C_1 + C_2 = 4 + 2 = 6\mu F$$

وهي موصلة علي التوالي مع سعة ثالثة

$$\frac{1}{C_v} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow C_v = 2\mu F$$

وتكون الشحنة على هذه المكثفات

$$Q = C_v V = 2 \times 10^{-6} \times 1200 = 24 \times 10^{-4}\ C$$

والشحنة المحسوبة سابقا تساوي الشحنة Q_1 على المكثف C_1 وأيضا تساوي مجموع الشحنتين على المكثفين الاخرين

$$V_{ab} = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{24 \times 10^{-4}}{3 \times 10^{-6}} = 800 = V_a - V_b$$

$$V_a - V_b = 800 \quad \Rightarrow V_b = 1200 - 800 = 400V$$

$$V_{bc} = V_b - V_c = 400 - 0 = 400V$$

$$Q_2 = C_2 V_{bc} = 4 \times 10^{-6} \times 400 = 1.6 \times 10^{-3} C$$

$$Q_3 = C_3 V_{bc} = 2 \times 10^{-6} \times 400 = 0.8 \times 10^{-3} C$$

$$Q_2 + Q_3 = 1.6 \times 10^{-3} + 0.8 \times 10^{-3} = 2.4 \times 10^{-3} C$$

المكثف ذو اللوحين المتوازيين المملوء بمادة عاذلة:

لوحظ انه عندما تدخل ماده عاذلة على المكثف فان فرق الجهد بين اللوحين ينخفض وبالتالي فان سعة المكثف ترتفع ويلاحظ إن شحنة المكثف لا تتغير ويصبح قانون سعة المكثف ذو المادة العاذلة

$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

فسر فاراداي هبوط الجهد بان المادة العاذلة تشحن طرفيها بالتأثير بشحنتين كهربيتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في الإشارة بحيث تكون شحنة الطرف القريب من الشحنة السالبة موجبا والقريب من الشحنة الموجبة سالبا’ ووجود شحنة سالبة بالقرب من اللوح الموجب تؤدى إلى خفض فعالية الشحنة الموجبة مما يتسبب في خفض جهد اللوح الموجب ويؤدي بدوره إلى خفض جهد المكثف عامة

استخدامات المكثفات:

(1) يستخدم كمخزن للطاقة الكهربية

(2) عملية التوليف في دوائر الرنين في الراديو وغيره

(3) إحداث شرارة الإشعال في السيارات

(4) توليد الموجات الكهرومغناطيسية

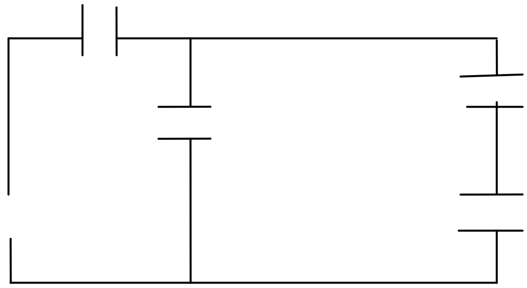
(5) في عملية التوليف ودوائر الرنين والتحكم في الزمن وغيره

تمرين

(1) مكثفان سعتهما 2 ميكروفاراد 6 ميكروفاراد موصلان على التوالي سلط عليهما فرق جهد مقداره 200 فولت أحسب فرق الجهد بين لوحي كل مكثف وشحنة كل منهما

(2) جد السعة المكافئة للمكثفات في الشكل التالي إذا كان فرق الجهد بين a,b 12 فولت وسعة المكثفات بالترتيب هي

$C_1 = 12\mu F \ \ \& C_2 = 2\mu F \ \ \& \ C_3 = 3\mu F \ \ \ \& \ \ C_4 = 6\mu F$



الكهربية التيارية

تتحرك الالكترونات الحرة في داخل موصل كهربي معزول حركة عشوائية مما يجعل محصلة عدد الالكترونات التي تخترق مستوى ما يساوي صفرا لكن عندما تكتسب الالكترونات طاقة حرارية أو عند توصيل طرفي موصل ببطارية فان مجالا كهربيا ينشأ داخل الموصل ومقداره $E = V/L\ (v/m)$ حيث V هى فرق الجهد بين طرفي الموصل و L طول الموصل .والالكترونات تكتسب سرعة اخرى جديدة في عكس إتجاه المجال وهذه السرعة (V_d)واحدة لكل الالكترونات ولذلك فان عدد الالكترونات الحرة الذي يخترق مستوى معين يقطع الموصل في اتجاه عمودي على V_d أكبر من العدد الذي يخترقه عكس هذا الاتجاه أي يوجد عدد معين من الالكترونات ينساب في إتجاه عكس (E)ويعتمد هذا العدد على مقدار E ونوع الموصل من ناحية تركيبه البلوري ومقدار الشوائب التي بداخله ويقال في هذه الحالة أن تيارا كهربيا نشأ في الموصل وتنقسم المواد من حيث توصيلها إلى ثلاثة أنواع موصلات ومواد عاذلة وأشباه موصلات أو رديئة التوصيل

التيار الكهربي:

((هو تيار الشحنات الموجبة الذي يسري من القطب الموجب للسالب))

على الرغم من أن التيار الذي يسري فعليا هو تيار الالكترونات واصطلح هذا التعريف لان خطوط القوة الكهربية تسري من الشحنة الموجبة إلى السالبة

شدة التيار(I) :

((وتساوي كمية الشحنة المارة عبر مقطع موصل معين في وحدة الزمن(الثانية))

ومن التعريف السابق نجدان $I = Q/t$

ووحدة شدة التيار هي الأمبير= 1فولت / اوم أو وكلوم / ثانية ويرمز لها بـــ A أو

$$A = \frac{V}{\Omega} \qquad \& \qquad A = \frac{C}{s}$$

الأميتر

هو جهاز قياس التيار المار في الدائرة الكهربية ويقيس بوحدة الأمبير والملي أمبير

مثال

يتحرك إلكترون ذرة الأيدروجين في مدار دائري نصف قطره× 5.3 $10^{-11}m$بسرعة مقدارها 2.2×10^{16}m/s احسب تردده f والتيارفي المدار

الحل

$$f = \frac{v}{2\pi r} = \frac{2.2 \times 10^{16}}{2 \times 3.14 \times 5.3 \times 10^{-11}} = 6.6 \times 10^{15}\ Hz$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{Q}{1/f} = Qf = 1.6 \times 10^{-19} \times 6.6 \times 10^{15} = 1.06mA$$

فرق الجهد:

هو عبارة عن الشغل المبذول (W) لنقل وحدة الشحنات الموجبة(Q) بين نقطتين

$$V = \frac{\text{الشغل المبذول لنقل االشحنة}\,W}{\text{الشحنة المنقولة}\,Q}$$

ووحدة قياس فرق الجهد هي الفولت أو الجول/ كلوم

القوة الدافعة الكهربية:

((لأي مصدر كهربي هي الشغل المبذول على الشحنة لكي تتحرك خلال هذا المصدر))

حيث تكتسب الشحنة طاقة كهربية عندما تنتقل من منطقة الجهد الأدنى إلى منطقة الجهد الأعلى وهي تقاس بفرق الجهد بين طرفي المصدر عندما لا يوصل تيارا ووحدتها هي أيضا الفولت ولذلك فرق الجهد لطرفي بطارية (أو الفولتيه) لمولد أو بطارية في حالة التفريغ يكون:

(1) فرق الجهد الطرفي = القوة الدافعة الكهربية مطروحا منها الهبوط في الجهد

$V = \in - Ir$ حيث أن r تمثل المقاومة الداخلية للبطارية

(2)عند استقبال التيار (في حالة الشحن)

فرق الجهد الطرفي = القوة الدافعة الكهربية زايدا الهبوط في الجهد أي أن:

$$V = \in + Ir$$

(3) عندما لا يمر تيار فرق الجهد الطرفي = القوة الدافعة الكهربية للمولد أو البطارية

الفولتميتر:

هو جهاز قياس القوة الدافعة الكهربية وفرق الجهد في الدوائر الكهربية ويقيس بوحدة الفولت

كثافة التيار (J):

هي مقدار التيار المار عموديا على وحدة المساحات من مقطع الموصل $J = I/A$

وتقاس بـ أمبير/متر مربع

قانون أوم

وينص قانون أوم علي:

((التيار المار في موصل يتناسب تناسبا طرديا مع فرق الجهد بين طرفيه بشرط ثبوت درجة الحرارة))

حيث R تمثل مقاومة الوصل $V \propto I \rightarrow V = RI$

و V تمثل فرق الجهد بين طرفيه و I تمثل التيار

المقاومة:

هي المعاوقة التي تبديها مكونات الموصل للشحنة أثناء مرورها وهي تعتمد على طول الموصل ونوع مادته ودرجة الحرارة

وتقاس بالاوم ويرمز له بـ Ω أو تقاس بالوحدة المشتقة Volt/Ampere وهنالك نوعان من المقاومة:

(1)المقاومة الخطية :

أي انه توجد علاقة خطية بين فرق الجهد والتيار وفيها مقدار المقاومة يكون ثابتا

وجميع الموصلات تخضع لهذه العلاقة في قانون اوم السابق

(2)المقاومة غير الخطية:

وفيها المقاومة متغيره بتغير الجهد وذلك يكون في الموصلات غير المعدنية وأشباه الموصلات وأنابيب التفريغ وغيرها

المقاومة النوعية(ρ):

وهي خاصية لكل مادة على حدي هي مقاومة موصل طوله وحدة الطول (1متر) ومساحة مقطعه وحدة المساحة(متر مربع)

$$\rho = \frac{RA}{l} \quad \text{او تحسب بـ} \quad \rho = \frac{E}{J}$$

حيث J تمثل كثافة التيار و E تمثل شدة المجال الكهربي

وهنالك كمية فيزيائية في الكهربية هي معكوس المقاومة النوعية وتسمى الموصلية

$$\sigma = {}^{1}/_{\rho} \qquad \Rightarrow \qquad \sigma = {}^{J}/_{E}$$

<u>مثال (1)</u>

سلك من النحاس طوله 100m ومساحة مقطعه $2\ \text{cm}^2$ احسب مقاومته اذا علمت ان مقاومته النوعية $1.7 \times 10^{-8}\Omega,\text{m}$

الحل

$$R = \frac{\rho l}{A} = \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 100}{(2 \times 10^{-4})} = \frac{1.7 \times 10^{-2}}{2} = 0.85 \times 10^{-2}\Omega$$

<u>مثال(2)</u>

بطارية قوتها الدافعة الكهربية $10V$ ومقاومتها الداخلية $r = 1$ تم توصيلها مع مقاومة $R = 4\Omega$ احسب (أ)التيار المار في الدائرة

(ب) الهبوط في الجهد عبر المقاومة الداخلية

(ج) الهبوط في الجهد عبر المقاومة R

(د) فرق الجهد بين طرفي البطارية

(ه) قراءة الفولتميتر الموصل عبر طرفي البطارية في الدائرة و هي مفتوحة

Solution

$$I = \frac{\in}{r + R} = \frac{10}{1 + 4} = 2\ A \qquad (\text{أ})$$

$$V_1 = I\,r = 2 \times 1 = 2V \qquad (\text{ب})$$

$$V_4 = I\,R = 2 \times 4 = 8\ V \qquad (\text{ج})$$

$$V = \in - Ir = 10 - 2 \times 1 = 8V \qquad (\text{د})$$

(ه) بفرض أن مقاومة الفولتميتر عالية لدرجة تسمح بإهمال التيار الذي تسحبه فان قراءة الفولتميتر في دائرة مفتوحة تعطي القوة الدافعة للبطارية أي تساوي $10\ V$

<u>مثال (3):</u>

مركم قوته الدافعة الكهربية $20\ V$ ومقاومته الداخلية 0.1Ω يراد شحنه من مصدر $110\ V$ كما مضح في الشكل التالي ماهي المقاومة الخارجيه التي يجب توصيلها على التوالي مع المركم لكي تحددتيار الشحن عند $15A$

$$V = \in + Ir + IR = 15 \times 0.1 + 20 + 15R$$

$$110 = 21.5 + 15R \rightarrow 88.5 = 15R \rightarrow R = 5.9\ \Omega$$

توصيل المقاومات

(1)التوصيل على التوالي:

أ/المقاومة تكون $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots\dots R_n$

تكون المقاومة الكلية المكافئة اكبر من اكبر مقاومة (وهي إحدى عيوب التوصيل على التوالي)

ب/ التيار يكون متساوي في كل أجزاء الدائرة أي أن $I_n = I_1 = I_2 = I$

ج/فرق الجهد وفقا لقانون اوم للدائرة الكاملة يساوي مجموع فروق الجهد لجميع المقاومات

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots\dots V_n$$

(2) التوصيل علي التوازي:

أ/ فرق الجهد يكون ثابت في كل أطراف الدائرة (أو في كل المقاومات)

ب/ والتيار يكون مساوي لمجموع التيارات في المقاومات

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots + I_n$$

ج/ أما المقاومة الكلية المكافئة تحسب بالعلاقة

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots\dots + I_n$$

$$\frac{V}{R} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \cdots\dots + \frac{V_n}{R_n}$$

ولكن $V = V_1 = V_2 = V_3 = V_n$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots\dots + \frac{1}{R_n}$$

قيم التيار في الأفرع يتناسب عكسيا مع مقاومات هذه الأفرع

مثال(3):

وصلت مقاومتان $3\ \&\ 6\Omega$ على التوازي ثم وصلت المقاومتان مع بطارية قوتها الدافعة $8\ V$ ومقاومتها الداخلية 2Ω جد شدة التيار المار في الدائرة وفي كل مقاومة وكذلك فرق الجهد بين طرفي البطارية

أولا : نحسب المقاومة الكلية المكافئة للتوازي (وهي تمثل المقاومة الخارجية)

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \rightarrow \frac{1}{R} = \frac{2+1}{6} \rightarrow R = 2$$

$$V = Ir + IR$$

$$I = \frac{V}{R+r} = \frac{8}{2+2} = 2A$$

H .W

(1)وصلت مقاومتان على التوازي $5\Omega\ \&\Omega\ 20$ ثم وصلت مقاومة 6Ω معهما على التوالي فاذا كان فرق الجهد الكلي $20V$ جد شدة التيار الكلي وجد فرق الجهد في كل مقاومة

(2)احسب المقاومة الداخلية لمولد كهربي قوته ألدافعه الكهربية $120V$ وفرق الجهدبين طرفيه $110V$

عندما يعطي تيار $20A$ ((الجوابΩ 0.5))

(3)مقاومتان 12Ω ' 2.4Ω موصلتان علي التوالي بطرفي مولد كهربي مقاومته الداخلية 0.6Ωويعطي قوة دافعة كهربية $75\ V$ جد

أ/ التيار المار في الدائرة ب/ الهبوط في الجهد عبر المقاومة 2.4Ω

ج/ الهبوط في الجهد عبر المقاومة 12Ω

د/فرق الجهد بين طرفي المولد في حالة مرور التيار

ه/ قراءة الفولتميتر عبر طرفي المولد في حالة تكون الدائرة مفتوح

المجالات المغنطيسية للتيار الكهربي

درست الظاهرة المغنطيسية على أنها ظاهرة مستغلة عن التأثيرات الكهربية وعلى أنها خاصة من الخواص التي تتمتع بها بعض المواد الحديدية لكن بعد تجربة اورستد تغيرت هذه المفاهيم حيث برهن بالتجربة أن الإبرة المغنطيسية تنحرف إذا ما اقتربت من سلك يمر به تيار . بعد هذا الاكتشاف تم معرفة أن المجالات المغنطيسية تحدث نتيجة لسريان التيار حتى بالنسبة للمغنطيس الدائم لان فيه تيارات صغيرة سببها حركة داخل ذرات المادة ة ويمكن أن نفهم الخواص المغنطيسية كما درسنا المجال و الجهد الكهربي

ومما سبق فإن كثافة الفيض المغناطيسي تحسب بالعلاقة

$$B = \frac{d\emptyset}{dS} \rightarrow d\emptyset = B.dS \rightarrow \emptyset = \int B.dS$$

وأيضا هناك علاقة بين المجال المغنطيسي وكثافة الفيض المغنطيسي $B = \mu_\circ H$

وهي تشبه علاقة المجال الكهربي بكثافة الفيض الكهربي في الفراغ $D = \epsilon_\circ E$

المجال المغنطيسي في سلك طويل مستقيم مشحون:

وهنا كثافة الفيض عند نقطة تبعد عموديا مسافة r تتناسب فيه طرديا مع شدة التيار المار فيه وعكسيا مع المسافة r التي تبعدها النقطة

$$B = \frac{\mu_\circ I}{2\pi r}$$

القوة المؤثرة على سلك يحمل تيارا في مجال مغنطيسي:

وهذه القوة تزيد بزيادة كثافة الفيض المغنطيسي وطول الموصل والتيار المار في الموصل

$$F = B I l$$

لقد تمت الاستفادة من القوة الموجودة في سلك يحمل تيارا في تصميم المحركات الكهربية والتي تدور بمرور التيار الكهربي فيها وغيرها

القوة المؤثرة علي شحنة متحركة في مجال مغنطيسي:

مما سبق عرفنا أن المجال المغنطيسي يؤثر على سلك يحمل تيارا بقوة عمودية على اتجاه المجال والتيار وهذا التيار حقيقة هو تيار الالكتروني ويمكن حساب القوة المؤثرة على الإلكترون الواحد ومشحون بشحنةe بالعلاقة التالية

$$F = B\, v\, e$$

قانون بيوت وسافرات:

بعد اكتشاف اورستد أن التيار المار يولد مجالات مغنطيسية استفاد بيوت وسافرت و أمبير من وضع علاقات تجريبية كثيرة منها علاقة كثافة الفيض المغنطيسي وغيرها

إذا كان لدينا عنصرا من سلك متناهي الصغر(dL) ويحمل تيارا (I) فان عنصر كثافة الفيض المغنطيسي (dB) عند نقطة تبعد r يتناسب تناسبا طرديا مع التيار وعنصر الطول dl, $sin\theta$ وعكسيا مع مربع المسافة الواقعة بين النقطة و dL

$$dB \,\alpha \frac{Idl \sin\theta}{r^2} \rightarrow dB = \frac{C_m\, Idl \sin\theta}{r^2} = \frac{C_m\, I\, \overrightarrow{dl} \times \vec{r}}{r^2}$$

وهذه النتيجة قد استنتجت تجريبيا (معمليا) وتسمى بقانون بيوت وسافارت

أما C_m تمثل ثابت التناسب (المغنطيسية) وقيمته في النظام العالمي (SI)

$$C_m = \frac{\mu_\circ}{4\pi} = 10^{-7} \frac{wb}{A.m} \rightarrow \mu = 4\pi \times 10^{-7} \frac{wb}{A.m}$$

وبالتجربة عرف أن المجال المغنطيسي حول موصل مستقيم يمر به تيار كهربي وبواسطة إبرة مغنطيسية صغيرة نجد أن خطوط القوة المغنطيسية المحيطة بالموصل عبارة عن دوائر مغلقة مركزها السلك (الموصل) نفسه وفي مستوى عمودي عليه واتجاهها بقاعدة اليد اليمنى لأمبير

إذا كانت هناك مجالات مغنطيسية نابعة عن عدة تيارات فانه يمكن جمعها جمعا اتجاهيا للحصول على محصلة المجالات

مثال (1):

احسب كثافة الفيض المغنطيسي عند نقطة تبعد مسافة $2cm$ من سلك طويل مستقيم يحمل تيارا شدته $10\ A$

الحل

$$B = \frac{\mu_{\circ} I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10}{2\pi \times 0.02} = 10^{-4}\ T$$

المجال المغنطيسي لملف حلزوني وملف حلقي :

اعتبر ملفا حلزونيا طويل عدد لفاته N من سلك طوله L ويحمل تيارا I فان كثافة الفيض المغنطيسي عند اي نقطة بالداخل

$$B = \frac{\mu_{\circ} N I}{L}$$

إذا كان الملف الحلزوني على شكل حلقة يظل القانون صحيحا على أن تكون L مساوية لمتوسط محيط الملف الحلقي ويوجد المجال الغنطيسي باسره داخل الملف الحلقي

القوة بين موصلين متوازيين :

اعتبر سلكيين متوازيين يحملان تيار I_1 , I_2 على بعد r من بعضهما لمسافة L اذا كثافة الفيض المغنطيسي عند نقطة تبعد r من السلك الذي يحمل تيار I_1 هي

$$B = \frac{\mu_{\circ} I_1}{2\pi r}$$

والقوة المؤثرة علي السلك الآخر الذي يحمل تيارا I_1 في هذا المجال $F = B I_2 L$

$$F = B I_2 L = \left(\frac{\mu_{\circ} I_1}{2\pi r}\right) I_2 L = \frac{\mu_{\circ} I_1 I_2 L}{2\pi r}$$

ومن تطبيقات ترافق المجال الكهربي والمجال المغناطيسي هو كيفية معرفة قوانين انتشار الموجات الكهرومغناطيسية ((التي يكون فيها المجال المغناطيسي معامد للكهربي ومعامدان لاتجاه الانتشار)) وبما فيها انتشار الضوء وتطبيقاتها في مجالات الاتصالات وغيرها

قانون فاراداي

القوة الدافعة الكهربية التأثيرية ε المتولدة في دائرة مغلقة تتناسب طرديا مع معدل التغير في الفيض المغناطيسي خلال هذه الدائرة

وإذا كان لدينا سلك وازيح مسافة dx فان مساحة المقطع للدائرة المغلقة سوف تنقص بمقدار $dS = ldx$

وعند ذلك يتغير التدفق المغناطيسي بالمقدار $d\Phi = BdS = Bldx$

وبقسمة الطرفين على dt $\quad \frac{d\Phi}{dt} = Bl\frac{dx}{dt} = Blv$

ومن المعلوم أن القوة الدافعة الحثية $\varepsilon = Blv$

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{d\Phi}{dt}$$

أما اتجاه التيار الحثي والقوة الدافعة الكهربية الحثية فيحددهما قانون لينز الذي نصه:

((يكون للتتيار الحثي اتجاه بحيث يعطي فيضا مغناطيسيا له اتجاه يعاكس التغير في الفيض المغناطيسي الأصلي المسبب له)) ومنه تصبح المعادلة السابقة

$$\Rightarrow \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$$

ومن القانون المدروس سابقا فإن الفيض المغناطيسي يحسب بالعلاقة

$$\Phi = \int_S \vec{B}.\overrightarrow{dS} \quad \Rightarrow \quad \varepsilon = -\frac{d}{dt}\int_S \vec{B}.\overrightarrow{dS}$$

وإذا كانت E ناتجة عن حركة ملف عدد لفاته N في مجال مغناطيسي فإن

$$\varepsilon = -\frac{d(N\Phi)}{dt} = -N\frac{d\Phi}{dt}$$

وإذا كانت R هي مقاومة الملف فإن قيمة التيار التأثيري المار فيه يعطي بالمعادلة

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{N}{R}\frac{d\Phi}{dt}$$

$$dQ = Idt = -\frac{N}{R}d\Phi$$

مثال:

ملف حلزوني عدد لفاته 200 لفة في السنتمتر يحمل تيارا شدته $1.5Amp$ وقطر الملف $2cm$ وضع عند مركزه ملف مكون من عشر لفات بحيث يكون المجال المغناطيسي موازيا لمحور الملف الاخير فإذا نقص التيار في الملف الحلزوني إلى الصفر ثم زيد في الاتجاه المضاد ليصل إلى $1.5Amp$ بمعدل مرة كل 0.05 من ثانية فما مقدار الدافعة الكهربية التأثيرية في الملف الصغير أثناء تغير التيار

الحل

$$B = \mu_\circ I\frac{N}{l} = 4\pi \times 10^{-7} \times 200 \times 10^{2} \times 1.5$$
$$\Longrightarrow B = 3.8 \times 10^{-2} Wb/m^{2}$$

ونحسب مساحة مقطع الملف الصغير وهي نفسه مساحة مقطع الملف الكبير

$$S = \pi r^{2} = 3.14 \times (1 \times 10^{-2})^{2} = 3.1 \times 10^{-2} m^{2}$$

$$\Phi = BS = 3.8 \times 10^{-2} \times 3.1 \times 10^{-2} = 1.2 \times 10^{-2} Wb$$

هذا الفيض يتغير خلال 0.05 من الثانية

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{(-1.2 \times 10^{-2})}{0.05} = -4.8 \times 10^{-4} V$$

$$\varepsilon = -N\frac{d\Phi}{dt} = -10(-4.8 \times 10^{-4}) = 4.8 \times 10^{-3}\ V$$

المولد الكهربي (Genenator)

هو عبارة عن جهاز يولد التيار الكهربي نتيجة لحركة نسبية بين الموصل والمجال المغناطيسي ويسمى ايضا بالدينمو

الأجزاء الرئيسية للمولد:

1/ مغنطيس كهربي أو دائم ينتج مجال مغناطيسي

2/ ملف دوار وهو عضو الانتاج الكهربي

3/ حلقات زالقة أو مبدل (عاكس للتيار) وهو يعمل في توصيل الملف الدوار بالدوائر الخارجية ويلف الملف الدائري بصورة عملية حول قلب حديدي للحصول على مجال منتظم قوي

وتستخدم الالات الحرارية أو المحركات أو التوربينات المائية لإدارة الملف الذكور وتعتمد القوة الدافعة الكهربية علي سرعة دوران الموصل داخل القلب الحديدي وبذلك التيار المنتج أيضا يعتمد عليها ويعتمد على مقدار الزاوية بين الموصل وخطوط الفيض المغنطيسي ويكون أكبر مايكون عندما تكون الزاوية 90

المحول Transformer

تعتمد دراسة المحولات على العلاقات التبادلية بين الكهربية والمغناطيسية ومن أهم دراساتها المثبتة أن المجال المغنطيسي يحيط بالتيار في الموصلات وأيضا اكتشافات فراداي المشهورة في الحث الكهرومغناطيسي الذي يبين أنه عمليا إذا تغيرت خطوط القوة المغناطيسية الواصلة إلى ملف معدني تتولد فيه قوة دافعة كهربية حثيه

المحول ذو القلب الحديدي

يستخدم في دوائر التيار المتردد بحيث يمكن بواسطته تغيير الجهد من قيم المنخفضة إلى قيم مرتفعة أو العكس ويتكون من ملفين A, B ملفوفين على قلب حديدي يعمل على توجيه المجال المغناطيسي الناتج عن التيار المار في الملف الابتدائي A إلى الملف الثانوي B

وعلي حسب الدراسات السابقة تكون القوة الدافعة الحثيه في الملف الابتدائي نتيجة لمرور التيار المتردد I

$$\varepsilon_p = -N_p \frac{d\Phi}{dt}$$

حيث N عدد لفات الملف الابتدائي

وأيضا القوة الدافعة المتولدة في الملف الثانوي نتيجة للتغير في الفيض المغناطيسي بالنسبة للزمن في الملف الابتدائي

$$\varepsilon_s = -N_s \frac{d\Phi}{dt}$$

وبقسمة المعادلتين السابقتين ينتج

$$\frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

وحيث أن قيم الجهد الفعالة تتناسب مع القوة الدافعة الكهربية الحثيه فإن

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

فهذه المعادلة تدل على أنه إذا كان عدد لفات الملف الابتدائي قليلة بالنسبة لعدد لفات الثانوي فإن فرق الجهد بين طرفي الملف الثانوي سيكون أكبر من فرق الجهد الداخل للملف الابتدائي ويسمى المحول في هذه الحالة بالمحول الرافع أما إذا كان عدد لفات الملف الابتدائي أكبر من عدد لفات الثانوي فإن فرق الجهد بين طرفي الملف الثانوي سيكون أقل من فرق الجهد الداخل في الملف الابتدائي

النشاط الإشعاعي

هي ظاهرة إشعاع تنتج من نواة الذرات التي يزيد عددها الذري عن 83 والتي بها عدد النيترونات أكبر من عددها الذري

العدد الذري:

هو عدد الالكترونات في الذرة (وهو يساوي عدد البروتونات في النواة)

العدد الكتلي:

وهو مجموع عدد البروتونات وعدد النيترونات في الذرة

وقد وجد أن أنويه الذرات ((العناصر)) تصبح غير مستقرة ((مشعة)) إذا كان الفرق بين عدد البروتونات وعدد النيترونات كبير نوعا ما. ولمعرفة طبيعة هذه الإشعاعات قام العلماء باختيار تأثير كل من المجالين الكهربي والمغناطيسي عليها وقد دلت الاختبارات على وجود ثلاثة أنوع من الإشعاعات:

(1) دقائق ألفا

هي عبارة عن نواة ذرة الهيليوم التي تحتوي على 2بروتون و2 نيترون

وتنطلق دقائق ألفا من الأنوية الثقيلة التي يزيد عددها الكتلي عن 210 وفق المعادلة

$$X_Z^A \rightarrow Y_{Z-2}^{A-4} + \alpha$$

كما في انحلال اليورانيوم إلى ثوريوم

$$U_{92}^{238} \rightarrow Th_{90}^{234} + \alpha$$

خواص دقائق ألفا

(أ) موجبة الشحنة

(ب) لها قدرة ضعيفة على اختراق المواد

دقائق بيتا:وهي نوعان

دقائق بيتا السالبة

وهي دقائق لها نفس شحنة الإلكترون ونفس كتلته وتنطلق من الأنوية التي يزيد فيها عدد النيترونات عن عدد البروتونات

وفيها يتحول النيترون إلى بروتون وينطلق جسيم بيتا السالبة (الإلكترون) خارج النواة وينطلق معه جسيم آخر يسمى النيترينو المضاد

$$X_Z^A \rightarrow Y_{Z+1}^A + \bar{\beta} + \bar{\upsilon}$$

$$B_5^{12} \rightarrow C_6^{12} + \bar{\beta} + \bar{\upsilon}$$

دقائق بيتا موجبة: وهي دقائق لها نفس كتلته الإلكترون ونفس شحنته لكنها موجبة وتنطلق من الانويه التي يزيد فيها عدد البروتونات عن عدد النيترونات

وفيها يتحول البروتون إلى نيترون وينطلق جسيم بيتا الموجبة خارج النواة وينطلق معه جسيم آخر يسمى النيترينو

$$X_Z^A \rightarrow Y_{Z-1}^A + \beta^+ + \upsilon$$

$$N_7^{12} \rightarrow C_6^{12} + \beta^+ + \upsilon$$

أشعة جاما:

وهي عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية ومثلها مثل الموجات لها طول موجي وتردد وغبره وتنطلق من النواة التي بها طاقة زائدة

وتكون طاقة فوتون جاما مساوية للفرق بين طاقة الإثارة (E_2) للنواة وطاقة المستوى الأرضي للنواة (E_1) أي أن

$$hf = E_2 - E_1$$

$$X_Z^{A^*} \rightarrow Y_Z^A + \gamma$$

الانشطار النووي

اكتشف العلماء أن نواة ذرة اليورانيوم ذات العدد الكتلي 235 تنشطر إلى جزأين عند قصفها بنيترونات بطيئة حيث تقتنص نواة االيورانيوم احد هذه النيترونات فتتكون نواة جديدة لليورانيوم لها الرقم الكتلي 236 وبعدها تكون غير مستقرة ثم تنشطر إلى نواتين متقاربتين في الكتلة إلى حد ما

$$U_{92}^{235} + n \rightarrow Ba_{56}^{141} + Kr_{36}^{92} + 3n + \text{طاقة}$$

وعندما تمتص الإلكترونات الثلاثة الخارجة بعد الانشطار بواسطة ثلاثة أنويه لليورانيوم تنشطر بدورها معطية 9 نيترونات حرارية أخري وهكذا تتضاعف الأنشطارات في أنويه اليورانيوم بسرعة فائقة

الانشطار المتسلسل

هو الذي تتضاعف فيه عدد ذرات اليورايوم (ذات الكتلة الحرجة) المنشطرة تلقائيا دون بذل طاقة غير الطاقة التي تبدأ التفاعل

وبعد معرفة الانشطار المتسلسل تم تصنيع القنبلة الذرية والقنبلة النووية وغيرهم غير أن الانشطار المتسلسل يمكن الاستفادة منه في الأغراض السلمية كما في المفاعل النووي

المفاعل النووي: ويتركب من:

(1) قضبان الوقود النووي (وهو اليورانيوم 238) الذي لا يحدث فيه تفاعل متسلسل ولا ينشطر ويتم تخصيبه بنسبة من اليورانيوم 235 الذي يحدث فيه الانشطار المتسلسل والذي يولد بدوره طاقة حرارية كبيرة جدا

(2) قضبان التحكم: وتكون من الكادميوم أو الكوبالت أو البور ون وتعمل على التحكم في الانشطار المتسلسل وذلك لإبطائه أو إيقافه لأنها تمتص النيترونات الحرارية مما يؤدى إلى إبطاء التفاعل أو إيقافه

(3) طبقة سميكة من المعدن أو الخرسانة المسلحة: تعمل كدرع واق يمنع تسرب الإشعاعات النووية الضارة بالبشر والبيئة

وإذا كان المفاعل مستخدم لإنتاج الطاقة الكهربية من الطاقة الحرارية:

يستخدم سائل يمر بالمفاعل فترتفع درجة حرارته جدا ثم يمرر هذا السائل بوعاء (غلاية) به ماء فيتم التبادل الحراري فيسخن الماء بدوره فيتحول إلى بخار في درجة حرارة عالية ثم يضغط البخار ويوجه إلى توربينات فتدور محركة معها مولدات كهربية ضخمة